

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001202985 A**

(43) Date of publication of application: **27.07.01**

(51) Int. Cl.  
**H01M 10/04**  
**H01M 2/16**  
**H01M 2/22**  
**H01M 4/04**  
**H01M 10/40**

(21) Application number: **2000012668**

(22) Date of filing: **21.01.00**

(71) Applicant: **SHIN KOBE ELECTRIC MACH CO LTD**

(72) Inventor:  
**NAKAI KENJI**  
**SUZUKI KATSUNORI**  
**KOISHIKAWA YOSHIMASA**  
**HIRONAKA KENSUKE**

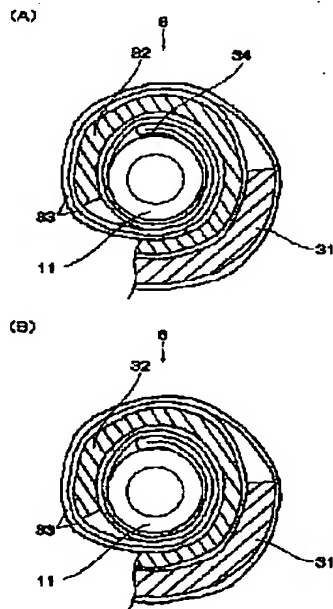
**(54) CYLINDRICAL LITHIUM-ION BATTERY**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cylindrical lithium-ion secondary battery having a large capacity, high output and superior reliability.

**SOLUTION:** A separator wound is blown out continuously by means of a heater blade, to form fused traces at the starting and finishing ends thereof. Two sheets of separators made by the blow-out are gathered in duplicate at the starting end and welded directly to the core 11. (B) The material of the core 11 uses a polypropylene containing a glass fiber as a filler. This serves to restraining the occurrence and/or development of cracks in the separator 33, even though the battery experiences such conditions as varying temperatures and vibrations.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-202985  
(P2001-202985A)

(43)公開日 平成13年7月27日(2001.7.27)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ド*(参考)
H 0 1 M	10/04	H 0 1 M	10/04
	2/16		2/16
	2/22		2/22
	4/04		4/04
	10/40		10/40
			W 5 H 0 2 1
			P 5 H 0 2 2
			B 5 H 0 2 8
			A 5 H 0 2 9
			Z 5 H 0 5 0
		審査請求 未請求 請求項の数4	OL (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-12668(P2000-12668)

(22)出願日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(71)出願人 000001203

新神戸電機株式会社

東京都中央区日本橋本町2丁目8番7号

(72)発明者 中井 賢治

東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号

新神戸電機株式会社内

(72)発明者 鈴木 克典

東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号

新神戸電機株式会社内

(74)代理人 100104721

弁理士 五十嵐 俊明

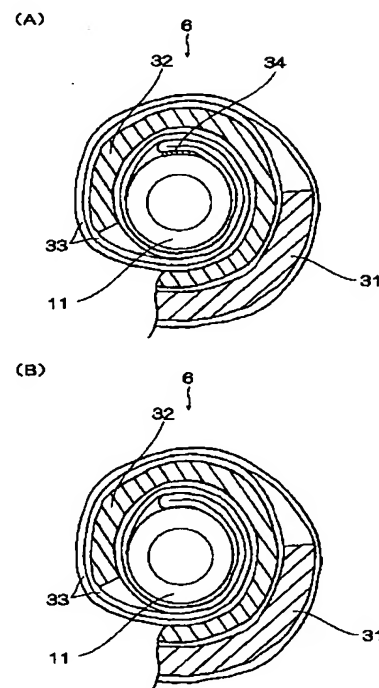
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 円筒形リチウムイオン電池

(57)【要約】

【課題】 高容量、高出力で、信頼性に優れた円筒形リチウムイオン二次電池を提供する。

【解決手段】 連続的に捲かれたセパレータをヒータ・ブレードで溶断し始端部及び終端部に溶融痕を形成し、溶断により2枚のセパレータ33が重なり揃えられた始端部を軸芯11に直接溶着した(B)。軸芯11にはガラス繊維をフィラーとして含んだポリプロピレンを使用した。電池に温度変化や振動が加わっても、セパレータ33の亀裂の発生や進行がしづらくなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 正極集電体に充放電によりリチウムを放出・収容可能な正極活物質を塗着した帯状の正極と、負極集電体に充放電によりリチウムを収容・放出可能な炭素質物質を塗着した帯状の負極とが、リチウムイオンが通過可能な帯状のセパレータを介して軸芯の回りに少なくとも40回以上捲回された電極捲回群を備え、前記軸芯の両端が円筒形電池容器内で支持又は固定された構造の円筒形リチウムイオン電池において、前記セパレータの捲回始端及び／又は捲回終端に溶融痕を形成したことを特徴とする円筒形リチウムイオン電池。

【請求項2】 前記捲回始端及び／又は捲回終端は、2枚のセパレータが実質的に重なり、揃って溶着されていることを特徴とする請求項1に記載の円筒形リチウムイオン電池。

【請求項3】 前記セパレータ及び前記軸芯はポリオレフィン樹脂からなり、前記捲回始端は前記軸芯に溶着されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の円筒形リチウムイオン電池。

【請求項4】 前記軸芯は、ガラス繊維をフィラーとして含むことを特徴とする請求項3に記載の円筒形リチウムイオン電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は円筒形リチウムイオン電池に係り、特に、正極集電体に充放電によりリチウムを放出・収容可能な正極活物質を塗着した帯状の正極と、負極集電体に充放電によりリチウムを収容・放出可能な炭素質物質を塗着した帯状の負極とが、リチウムイオンが通過可能な帯状のセパレータを介して軸芯の回りに少なくとも40回以上捲回された電極捲回群を備え、軸芯の両端が円筒形電池容器内で支持又は固定された構造の円筒形リチウムイオン電池に関する。

## 【0002】

【従来の技術】リチウムイオン二次電池は、高出力、高エネルギー密度という利点から、EV（電気自動車）用電源として注目されている。リチウムイオン二次電池はその形状で、円筒形と角形とに分類することができる。通常、円筒形電池の内部には、電極が正極、負極共に活物質が金属箔に塗着された帯状であり、正極、負極が直接接しないようにセパレータを挟んで円筒状の軸芯の回りに断面が渦巻状に捲回された電極捲回群が形成されている。そして、電池容器となる円筒形の缶又は容器に電極捲回群が収納され、電解液注液後、封口し、初充電することで電池としての機能が付与される。

【0003】EV用電源用途に適した概ねの容量3Ah以上の高容量、高出力のリチウムイオン二次電池においては、電池長さ、電池径ともに大きくなる。活物質が金属箔に塗着された上述の帯状の電極は、大きな電池径に対応させるべく活物質の塗着量を増やして電極を厚くす

ると、活物質層が金属箔から剥離、脱落して電極形状を維持することができなくなる。このため、帯状の電極の捲回回数を多くすることで電極捲回群の径を大きくしている。

【0004】一方、大電流放電が可能で高出力の電池を得るために、例えば、特開平第9-92335号公報の技術では、電極から数多くのリードを取り出し、それらのリードを集結させて電池端子を兼ねる集電部材を電池内に構成する提案がなされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前述のような捲回群において、一軸延伸によって製造されたセパレータを用いた場合は、セパレータの延伸方向に亀裂が発生し易く、また二軸延伸によって製造されたセパレータを用いた場合はセパレータの一部に裂けるきっかけが生じると、その方向へ亀裂が進行して、いずれの場合でも内部短絡に至ることがしばしば見られる。これは、連続的に電池を生産する場合に捲回工程において、帯状のセパレータはコイル状に巻いたものから繰り出され、捲回機で順次適切な長さに切断しながら電極捲回群を製作するので、セパレータの切断部から亀裂が発生するためである。この亀裂は、捲回工程時に顕著に現れなくても、例えばEV用電源としての使用を想定した場合に、温度変化を電池に与えたときや振動を加えたときに発生又は進行することが多い。また、あらゆる環境温度下において振動が加わったときに、電気的絶縁性を有する中空円筒状軸芯に巻き付けられ集電部材と多数のリードで接続された電極捲回群が、集電部材に対し相対的に移動すると、一部又は最悪の場合には全部のリードが切断され、内部抵抗が急上昇することになる。EVに搭載された電池には、低温環境、高温環境にかかわらず、当然振動が加わることになるので、電池の内部短絡を確実に防止することと、内部抵抗の上昇を未然に防止することは、EV用電池の信頼性を確保する上で極めて重要な課題である。

【0006】本発明は上記事案に鑑み、高容量、高出力でありながらも、信頼性に優れた円筒形リチウムイオン二次電池を提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、正極集電体に充放電によりリチウムを放出・収容可能な正極活物質を塗着した帯状の正極と、負極集電体に充放電によりリチウムを収容・放出可能な炭素質物質を塗着した帯状の負極とが、リチウムイオンが通過可能な帯状のセパレータを介して軸芯の回りに少なくとも40回以上捲回された電極捲回群を備え、前記軸芯の両端が円筒形電池容器内で支持又は固定された構造の円筒形リチウムイオン電池において、前記セパレータの捲回始端及び／又は捲回終端に溶融痕を形成したことを特徴とする。本発明では、セパレータの捲回始端及び

／又は捲回終端に溶融痕を形成したので、電池に温度変化や振動が加わっても、切断されたセパレータ端部からの亀裂の発生や進行がしづらくなる。このため、内部短絡の発生を抑制することができるので、信頼性を高めることができる。

【0008】この場合において、セパレータの捲回始端及び／又は捲回終端を、2枚のセパレータが実質的に重なり、揃って溶着されているようにすれば、捲回しわや巻きずれが生じづらくなり内部短絡を更に抑制することができるので、信頼性をより高めることができる。また、セパレータ及び軸芯をポリオレフィン樹脂で形成し、セパレータの始端を軸芯に溶着するようにすれば、電池容器内での振動による集電部材に対する電極捲回群の相対移動を抑制することができるので、電極捲回群から導出されるリードの切断を防止できることから、電気的導電面積を維持でき内部抵抗の上昇を抑えることができる。従って、電池性能を維持することができるので、信頼性を更に高めることができる。更に、軸芯を、ガラス繊維をフィラーとして含んで形成するようにすれば、過酷な温度及び振動環境下においても軸芯が変形することがないので、電池性能を過酷な環境下でも維持できることから、より高い信頼性を確保することができる。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明をEV搭載用円筒形リチウムイオン電池に適用した実施の形態について説明する。

【0010】＜正極板の作製＞充放電によりリチウムを放出・収容可能な活物質である日本化学工業株式会社（以下、日本化学という。）製のコバルト酸リチウム（ $\text{LiCoO}_2$ ）粉末、セルシードC-10（商品名）や三井金属株式会社製のマンガン酸リチウム（ $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ）粉末87重量部と、導電剤として鱗片状黒鉛（平均粒径：20 $\mu\text{m}$ ）8.7重量部と、結着剤としてポリフッ化ビニリデン（PVdF）4.3重量部と、を混合し、これに分散溶媒のN-メチル-2-ピロリドン（NMP）を添加、混練したスラリを、厚さ20 $\mu\text{m}$ のアルミニウム箔（正極集電体）の両面に塗布した。このとき、正極板長寸方向の一方の側縁に幅50mmの未塗布部を残した。その後乾燥、プレス、裁断して幅300mm、後述する所定長さ及び正極活物質合剤塗布部所定厚さの帯状の正極板を得た。正極活物質合剤層の空隙率はいずれも35 $\pm$ 2%とした。正極板のスラリ未塗布部に切り欠きを入れ、切り欠き残部をリード片とした。また、隣り合うリード片を20mm間隔とし、リード片の幅は10mmとした。

【0011】＜負極板の作製＞充放電によりリチウムを収容・放出可能な黒鉛質炭素である大阪ガスケミカル株式会社（以下、大阪ガスケミカルという。）製のMCM-B（商品名）粉末や、非晶質炭素である呉羽化学工業株式会社製カーボトロンP（商品名）粉末92重量部に結

着剤として8重量部のポリフッ化ビニリデンを添加し、これに分散溶媒のN-メチル-2-ピロリドンを添加、混練したスラリを、厚さ10 $\mu\text{m}$ の圧延銅箔（負極集電体）の両面に塗布した。このとき、負極板長寸方向の一方の側縁に幅50mmの未塗布部を残した。その後乾燥、プレス、裁断して幅305mm、後述する所定長さ及び負極活物質塗布部所定厚さの帯状の負極板を得た。負極活物質層の空隙率はいずれも35 $\pm$ 2%とした。負極板のスラリ未塗布部に正極板と同様に切り欠きを入れ、切り欠き残部をリード片とした。また、隣り合うリード片を20mm間隔とし、リード片の幅を10mmとした。

【0012】＜電池の作製＞上記作製した帯状の正極板と負極板とを、これら両極板が直接接触しないように厚さ40 $\mu\text{m}$ 、幅310mmのポリエチレン製セパレータを介して捲回した。このとき、図1に示すように、正極板及び負極板のリード片9が、それぞれ捲回群6の互いに反対側の両端面に位置するようにした。捲回中心となる軸芯11は、後述するように電気的絶縁性を有する樹脂製で、直径14mm、内径8mmの中空管である。捲回群6の直径は、正極板、負極板、セパレータの長さ及び正極板、負極板の厚さを調整して、63 $\pm$ 0.5mmとした。なお、捲回群6は、軸芯11に帯状の正極板及び負極板が40回以上捲回されている。

【0013】図1に示すように、正極板から導出されているリード片（後述する表2においては、「DT」と略称する。負極板から導出されたリード片においても同じ。）9を変形させ、その全てを、軸芯11のほぼ延長線上にある極柱（正極外部端子1）周囲から一体に張り出している鍔部7周面付近に集合、接触させた後、リード片9と鍔部7周面とを超音波溶接してリード片9を鍔部7周面に接続し固定した。また、負極外部端子1'と負極板から導出されているリード片9との接続操作も、正極外部端子1と正極板から導出されているリード片9との接続操作と同様に行った。

【0014】その後、正極外部端子1及び負極外部端子1'の鍔部7周面全周に絶縁被覆8を施した。この絶縁被覆8は、捲回群6外周面全周にも及ぼした。絶縁被覆8には、基材がポリプロピレンで、その片面にヘキサメタアクリレートからなる粘着剤を塗布した粘着テープを用いた。この粘着テープを鍔部7周面から捲回群6外周面に亘って少なくとも1周以上巻いて絶縁被覆8とした。電池容器5の外径は67mm、内径は66mmである。

【0015】そして、アルミナ製で円盤状電池蓋4裏面と当接する部分の厚さ2mm、内径16mm、外径25mmの第2のセラミックワッシャ3'を、図1に示すように、先端が正極外部端子1を構成する極柱、先端が負極外部端子1'を構成する極柱にそれぞれ嵌め込んだ。また、アルミナ製で厚さ2mm、内径16mm、外径2

8 mmの平板状の第1のセラミックワッシャ3を電池蓋4に載置し、正極外部端子1、負極外部端子1'をそれぞれ第1のセラミックワッシャ3に通した。その後、電池蓋4周端面を電池容器5開口部に嵌合し、双方の接触部全域をレーザ溶接した。このとき、正極外部端子1、負極外部端子1'は、電池蓋4の中心に形成された穴を貫通して電池蓋4外部に突出している。そして、図1に示すように、第1のセラミックワッシャ3、金属製ナット2底面よりも平滑な金属ワッシャ14を、この順に正極外部端子1、負極外部端子1'にそれぞれ嵌め込んだ。なお、電池蓋4には電池の内圧上昇に応じて開裂する開裂弁10が設けられている。開裂弁10の開裂圧は、 $1.3 \times 10^6 \sim 1.8 \times 10^6$  Paとした。

【0016】次いで、ナット2を正極外部端子1、負極外部端子1'にそれぞれ螺着し、第2のセラミックワッシャ3'、第1のセラミックワッシャ3、金属ワッシャ14を介して電池蓋4を鏝部7とナット2の間で締め付けにより固定した。このときの締め付けトルク値は5 N・mとした。なお、締め付け作業が終了するまで金属ワッシャ14は回転しなかった。この状態で、電池蓋4裏面と鏝部7の間に介在させたゴム(E P D M)製Oリング16の圧縮により電池容器5内部の発電要素は外気から遮断される。

【0017】その後、電池蓋4に設けた注液口15から電解液を所定量電池容器5内に注入し、その後注液口15を封止することにより円筒形リチウムイオン電池20を完成させた。

【0018】電解液には、エチレンカーボネートとジメチルカーボネートとジエチルカーボネートの体積比1:1:1の混合溶液中へ6フッ化リン酸リチウム(LiPF<sub>6</sub>)を1モル/リットル溶解したものを用いた。なお、円筒形リチウムイオン電池20には、電池容器5の内圧の上昇に応じて電流を遮断する電流遮断機構は設けられていない。

【0019】次に、本実施形態に従って作製した円筒形リチウムイオン電池20の実施例の詳細について説明する。まず、実施例の正極板及び負極板を次のように作製\*

\*した。

【0020】<正極板>正極活物質には、日本化学製のコバルト酸リチウム、セルシードC-10を用いた。本実施例で作製した正極板は、正極集電体を含んだ電極厚さ195 μm、長さ636 cmとした。このときの活物質合剤層のかさ密度は2.77 g/cm<sup>3</sup>とした。

【0021】<負極板>負極活物質には、大阪ガスケミカル製のMCMBを用いた。作製した負極板は、負極集電体を含んだ電極厚さ173 μm、長さ654 cmとした。このときの活物質合剤層のかさ密度は1.35 g/cm<sup>3</sup>とした。

【0022】<構成>以下、実施例の電池の捲回工程及び仕様について詳述する。

【0023】(実施例1)図2(A)に示すように、2枚のセパレータ33は矢印D方向へ回転する捲回群6に巻き取られる。セパレータ33が所定長さ捲回群6に巻き取られると、セパレータ33は矢印A及びA'方向に可動の2枚のカッタ刃51に挟まれて切断される。図2(C)に示すように、セパレータ33は継続して捲回群6に巻き取られる。同時に、切断されたセパレータ33は、図示を省略したニップローラ及び搬送ローラによりカッタ刃51より下流側でセパレータ33の両側に配置されたヒータ52の位置まで送り出され、ヒータ52が矢印B及びB'方向に移動しセパレータ33の始端部33a(捲回始端)に近接することにより始端部33aが溶融される。従って、本実施例のセパレータ33の始端部33aには溶融痕が形成されている。

【0024】図3(A)に示すように、本実施例では、2枚のセパレータ33の始端部33aを揃えずにオフセット(段差が形成された)状態とした。下表1に示すように、始端部33aの軸芯11への固定には両面粘着テープ34を使用した。軸芯11の材質はポリプロピレン(PP)である。なお、セパレータ33の終端部は溶融痕が形成されていない切断されたままの状態である。

【0025】

【表1】

	セパレータ			軸芯材質	セパレータと軸芯との固定
	始端溶融痕	終端溶融痕	始端状態		
実施例1	有	無	不揃	PP	両面粘着テープ
実施例2	無	有	不揃	PP	両面粘着テープ
実施例3	有	有	不揃	PP	両面粘着テープ
実施例4	有	有	不揃	PP	両面粘着テープ
実施例5	有	有	揃	PP	両面粘着テープ
実施例6	有	有	揃	PP	溶着
実施例7	有	有	揃	GF/PP	溶着
比較例1	無	無	揃	GF/PP	両面粘着テープ

【0026】(実施例2)図2(A)に示すように、2枚のセパレータ33は矢印D方向へ回転する捲回群6に巻き取られる。セパレータ33が所定長さ捲回群6に巻き取られると、セパレータ33は矢印A及びA'方向に可動の2枚のカッタ刃51に挟まれて切断される。図2

(B)に示すように、セパレータ33は継続して捲回群6に巻き取られ、同時に、セパレータ33の終端部(捲回終端)33bは、ヒータ52の位置まで送られて終端部33bが溶融される。従って、本実施例のセパレータ33の終端部33bには溶融痕が形成されている。図3

(A) に示すように、本実施例の始端部 33a と軸芯 11、電極との位置関係は実施例 1 と同様であり、2 枚のセパレータ 33 の始端部 33a は揃えずオフセットさせた。表 1 に示すように、セパレータ 33 始端部の軸芯 11 への固定には両面粘着テープ 34 を使用した。軸芯 11 の材質はポリプロピレンである。なお、始端部 33a は熔融痕が形成されていない切断されたままの状態である。

【0027】(実施例 3) 図 2 (A) ~ (C) に示すように、セパレータ 33 をカッタ刃 51 で切断し、上述した実施例 1、2 と同様に、始端部 33a 及び終端部 33b をヒータ 52 にて熔融させた。表 1 及び図 3 (A) に示すように、2 枚のセパレータ 33 の始端部 33a は揃えずオフセットさせた。軸芯 11 との固定には両面粘着テープ 34 を使用した。軸芯 11 の材質はポリプロピレンである。

【0028】(実施例 4) 図 2 (A) ~ (C) に示すように、セパレータ 33 をカッタ刃 51 で切断し、始端部 33a 及び終端部 33b をヒータ 52 にて熔融させた。表 1 及び図 3 (B) に示すように、2 枚のセパレータ 33 の始端部 33a は揃えずオフセットさせた。このとき、外側に配置されたセパレータ 33 の始端部 33a の先端を軸芯 11 との固定部からはみ出させた。軸芯 11 との固定には両面粘着テープ 34 を使用した。軸芯 11 の材質はポリプロピレンである。

【0029】(実施例 5) 図 5 に示すように、近接してほぼ平行に搬送される 2 枚のセパレータ 33 を 2 枚のセパレータ 33 の両外側に配置されたヒータ・ブレード 53 を矢印 C 及び C' 方向へ移動させて挟むことにより溶断した。表 1 及び図 6 (A) に示すように、2 枚のセパレータ 33 の始端部 33a はセパレータの切断(溶断)方式からいって揃うこととなり、また、終端部 33b にも熔融痕が形成されることになる。軸芯 11 との固定には両面粘着テープ 34 を使用した。軸芯 11 の材質はポリプロピレンである。

【0030】(実施例 6) 図 5 に示すように、セパレータ 33 をヒータ・ブレード 53 で溶断した。表 1 及び図 6 (B) に示すように、2 枚のセパレータ 33 の始端部 33b はセパレータの切断方式からいって揃い、終端部 33b にも熔融痕が形成されている。本実施例では、始端部 33a に図示を省略した別のヒータ・ブレードをあてがって軸芯 11 に直接溶着した。軸芯 11 の材質はポリプロピレンである。

【0031】(実施例 7) 図 5 に示すように、セパレータ 33 をヒータ・ブレード 53 で溶断した。表 1 及び図 6 (B) に示すように、2 枚のセパレータ 33 の始端部 33b は揃っており、終端部 33b にも熔融痕が形成されている。実施例 6 と同様に、始端部 33a に図示を省略した別のヒータ・ブレードをあてがって軸芯 11 に直接溶着した。本実施例では、軸芯 11 の材質を、フィラ

ーとしてガラス繊維を 35% 含んだポリプロピレン (GF/PP) とした。

【0032】<比較例の構成>また、以上の実施例と比較するために、比較例の円筒形リチウムイオン電池を併せて作製した。

【0033】(比較例 1) 図 2 (A) に示すように、セパレータ 33 をカッタ刃 51 で切断した。図 4 に示すように、セパレータ 33 の始端部 33a と軸芯 11、電極との位置関係は、ヒータ 52 を使用せずに始端部 33a に熔融痕を形成せず、軸芯 11 に始端部 33a が溶着されてはいないものの、始端部 33a が揃えられている。表 1 に示すように、始端部 33a の軸芯 11 との固定には両面粘着テープ 34 を用いた。軸芯 11 の材質は、フィラーとしてガラス繊維を 35% 含んだポリプロピレンである。

【0034】<試験・評価>

[試験] 以上のように作製した実施例及び比較例の各電池について、ヒートサイクル振動試験後、内部短絡発生の検査や内部抵抗の測定を行い、解体して不具合原因の究明を行った。

【0035】(試験準備) まず、各電池について数回の充放電を繰り返し電池として正常に作動することを確認した。そして、 $25 \pm 3^\circ \text{C}$  にて、4.2V 定電圧、電流制限(上限) 30A、5 時間の充電の後、30A で 10 秒、60A で 10 秒、90A で 10 秒連続的に放電し、放電電流値に対して、それぞれ 10 秒目の電圧をプロットし、得られた直線の傾きから電池の直流内部抵抗値を求めた。

【0036】(ヒートサイクル振動試験) その後、電池電圧が  $3.5 \pm 0.1 \text{V}$  となるように充電又は放電して電圧を調整し、下記条件の試験を実施した：

1. 温度条件： $-30^\circ \text{C}$  で 2 時間、 $70^\circ \text{C}$  で 2 時間のヒートサイクルを繰り返す。
2. 振動条件：上下、前後、左右、3 方向について、振幅 1mm、振動数 10Hz で 10 時間、50Hz で 10 時間、100Hz で 10 時間、振動を加える。

【0037】(内部短絡割合) 振動試験の後、電池電圧を測定して内部短絡発生の有無を調べた。内部短絡発生割合は、(内部短絡発生電池数/試験電池数) として表すことができる。

【0038】(内部抵抗上昇率) 次に、内部短絡が発生しなかった電池について上記と同様の方法で直流内部抵抗値を求め、ヒートサイクル振動試験前に対する内部抵抗の上昇率(百分率)を求めた。

【0039】(不具合原因究明) その後、不具合が発生した電池を中心に解体して異常の有無を調べた。異常の有無は電池を目視により行い、捲回群 6 の外周部(終端部 33b) 及び内周部(始端部 33a) にセパレータ 33 の亀裂があるか否か、リード片 9 の一部に切断があるか否か、セパレータ 33 に捲回しわがあるか否か、軸芯

11が変形しているか否か、及びその他不具合が生ずる原因が認められるか否かについて観察した。

【0040】[試験結果]下表2にこれら一連の試験の試験結果を示す。なお、表2において、「DT」は上述したようにリード片9を表しており、リード片9の一部に\*

\*切断が認められたときは「有」、認められなかったときは「無」と表示した(亀裂等についても同じ。)

【0041】

【表2】

	内部短絡発生割合	内部抵抗上昇率	電池解体結果			
			亀裂	DT切断	捲回しわ	軸芯変形
実施例1	5/50	18%	有	有	有	有
実施例2	5/50	18%	有	有	有	有
実施例3	3/50	17%	無	有	有	有
実施例4	3/50	17%	無	有	有	有
実施例5	0/50	17%	無	有	無	有
実施例6	0/50	2%	無	無	無	有
実施例7	0/50	2%	無	無	無	無
比較例1	8/50	17%	無	有	無	無

【0042】[評価]セパレータ33の端部に溶融痕を形成した実施例1～7の電池では、振動試験後においていずれも、端部に溶融痕を形成していない比較例1の電池に比べて内部短絡発生割合が低く抑えられている。また、セパレータ33の終端部に溶融痕を有していない実施例1の電池には、セパレータ外周部に亀裂が認められ、セパレータ33の始端部に溶融痕を有していない実施例2の電池には、セパレータ内周部に亀裂が認められた。従って、セパレータ切断部を溶融させる(溶融痕を形成する)ことによって、亀裂の発生や進行がし難くなることが分かる。

【0043】また、実施例5～7の電池では、始端部33aを揃えることによって、内部短絡の発生が皆無となった。一方、始端部33aを揃えなかった実施例1～4の電池では、セパレータに捲回しわが発生していたことから、捲回ずれや、セパレータに傷が発生し、その部分で内部短絡が発生したものと思われる。

【0044】実施例1～5の電池では、振動試験後の内部抵抗が著しく上昇していたのに対し、始端部33aを軸芯11に溶着した実施例6、7の電池ではほとんど上昇していない。実施例1～5の電池を解体すると、振動中に捲回群6が鏝部7に対して相対的に移動した模様で、一部のリード片(DT)9が切断されていた。このため、電氣的導通面積が低下し、内部抵抗の上昇につながったものと思われる。従って、始端部33aを軸芯11に溶着することにより、振動による内部抵抗の上昇を抑えることができることが分かる。

【0045】実施例1～6の電池においては、振動試験後の電池を解体すると、ほとんどの電池において軸芯11に変形が見られたのに対し、ガラス繊維を含んだポリプロピレンを材質とした軸芯11を用いた実施例7の電池では、全く異常が認められなかった。

【0046】以上のように、本実施形態の円筒形リチウムイオン電池20は、高容量、高出力で、過酷な温度環境下でも耐振性に優れた信頼性の高い電池であるので、特にEV用の電源としてふさわしい。

【0047】なお、本実施形態では、EV搭載用の大形

二次電池について例示したが、実質容量3Ah以上の電池であれば、電池の用途や大きさには限定されないことはいうまでもない。また、有底筒状容器(缶)に電池上蓋がカシメによって封口されている構造の円筒形リチウムイオン電池にも本発明の適用が可能である。

【0048】更に、本実施形態では、電流遮断機構を備えない円筒形リチウムイオン電池について例示したが、本発明は電流遮断機構を備えた電池に適用するようにしてもよい。このようにすれば、車両衝突事故等の異常時に電気系の電流遮断機構が作動しなくても機械系の開裂弁10等の内圧低減機構が作動するので、車載電池のより高い安全性が確保される。

【0049】また、本実施形態では、絶縁被覆8に、基材がポリプロピレンで、その片面にヘキサメタアクリレートからなる粘着剤を塗布した粘着テープを用いたが、これに限定されるものではなく、例えば、基材がポリイミドやポリエチレン等のポリオレフィンで、その片面又は両面にヘキサメタアクリレートやブチルアクリレート等のアクリル系粘着剤を塗布した粘着テープや、粘着剤を塗布しないポリオレフィンやポリイミドからなるテープ等を好適に使用することができる。

【0050】更に、本実施形態では、リチウムイオン電池用の正極にコバルト酸リチウムやマンガン酸リチウム、負極に黒鉛質炭素や非晶質炭素、電解液にエチレンカーボネートとジメチルカーボネートとジエチルカーボネートの体積比1:1:1の混合液中へ6フッ化リン酸リチウムを1モル/リットル溶解したものを用いたが、本発明の電池の製造方法には特に制限はなく、また正極活物質、負極活物質、結着剤、非水電解液も通常用いられているいずれのものも使用可能である。EV用途向け高容量、高出力の電池で、かつ安全性を確実に確保するためには、正極活物質としてリチウム・コバルト複合酸化物やリチウム・ニッケル複合酸化物を用いるよりも、リチウムマンガン複合酸化物であるマンガン酸リチウムを用いることがより望ましい。

【0051】また、本実施形態ではポリフッ化ビニリデンを結着剤として使用したが、リチウムイオン電池用極

板活物質結着剤としては、テフロン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリブタジエン、ブチルゴム、ニトリルゴム、スチレン/ブタジエンゴム、多硫化ゴム、ニトロセルロース、シアノエチルセルロース、各種ラテックス、アクリロニトリル、フッ化ビニル、フッ化ビニリデン、フッ化プロピレン、フッ化クロロブレン等の重合体及びこれらの混合体等を用いてもよい。

【0052】更に、本実施形態に示した以外のリチウム二次電池用正極活物質としては、リチウムを挿入・脱離可能な材料であり、予め十分な量のリチウムを挿入したリチウムマンガン複酸化物が好ましく、スピネル構造を有したマンガン酸リチウムや、結晶中のマンガンやリチウムの一部をそれら以外の元素で置換又はドーブした材料を使用してもよい。また、リチウムとマンガンの原子比が化学量論比からずれた活物質を使用しても本実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0053】また更に、本実施形態に示した以外のリチウムイオン電池用負極活物質を使用しても本発明の適用は制限されない。例えば、天然黒鉛や、人造の各種黒鉛材、コークスなどの炭素質材料等を使用してもよく、その粒子形状においても、鱗片状、球状、繊維状、塊状等、特に制限されるものではない。

【0054】また、電解液としては、一般的ナリチウム塩を電解質とし、これを有機溶媒に溶解した電解液を使用しても、リチウム塩や有機溶媒にも特に制限されるものではない。例えば、電解質としては、 $\text{LiCl}$ 、 $\text{O}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 等やこれらの混合物を用いることができる。

【0055】そして、本実施形態以外の非水電解液有機溶媒としては、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、エチルメチルカーボネート、ビニレンカーボネート、1, 2-ジメトキシエタン、1, 2-ジエトキシエタン、γ-ブチロラクトン、テトラヒドロフラン、1, 3-ジオキサラン、4-メチル-1, 3-ジオキサラン、ジエチルエーテル、スルホラン、メチルスルホラン、アセトニトリル、プロピオニトリル等又はこれら2種類以上の混合溶媒を用いることができ、更に、混合配合比についても限定されるものではない。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

セパレータの捲回始端及び／又は捲回終端に溶融痕を形成したので、電池に温度変化や振動が加わっても、切断されたセパレータ端部からの亀裂の発生や進行がしづらくなり、内部短絡の発生を抑制することができることから、信頼性を高めることができる、という効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用可能な実施形態のEV搭載用円筒形リチウムイオン電池の縦断面図である。

【図2】セパレータの端部に溶融痕を形成するために使用した捲回機の概略構成を示す断面図であり、(A)は捲回当初の状態を示し、(B)は終端部に溶融痕を形成する状態を示し、(C)は始端部に溶融痕を形成する状態を示したものである。

【図3】(A)及び(B)は実施例のセパレータの始端部と軸芯、電極との概略位置関係を示す横断面図である。

【図4】比較例のセパレータの始端部と軸芯、電極との概略位置関係を示す横断面図である。

【図5】実施形態のEV搭載用円筒形リチウムイオン電池のセパレータの始端部及び終端部を溶断するヒータ・ブレードを備えた捲回機の概略構成を示す断面図である。

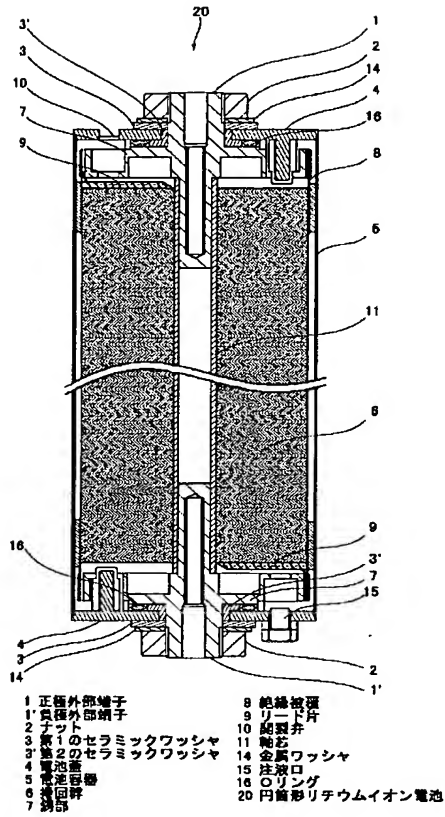
【図6】(A)及び(B)は別の実施例のセパレータの始端部と軸芯、電極との概略位置関係を示す横断面図である。

【符号の説明】

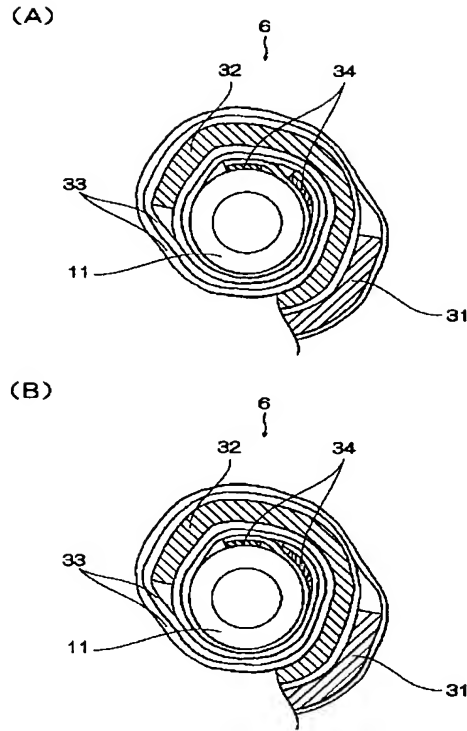
- 5 電池容器
- 6 捲回群（電極捲回群）
- 7 鐳部（集電部材の一部）
- 9 リード片
- 11 軸芯
- 20 円筒形リチウムイオン電池
- 31 正極板
- 32 負極板
- 33 セパレータ
- 33a 始端部（捲回始端）
- 33b 終端部（捲回終端）
- 51 カッタ刃
- 52 ヒータ
- 53 ヒータ・ブレード



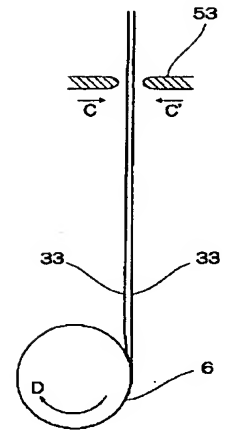
【図1】



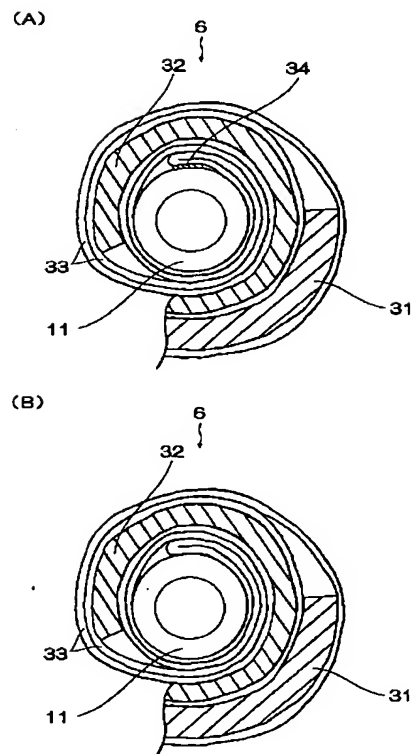
【図3】



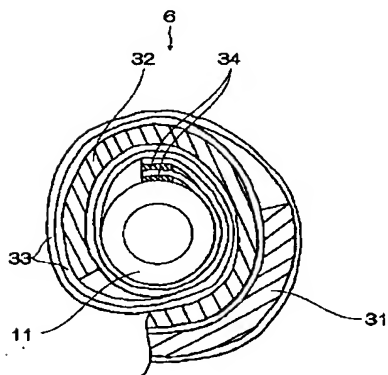
【図5】



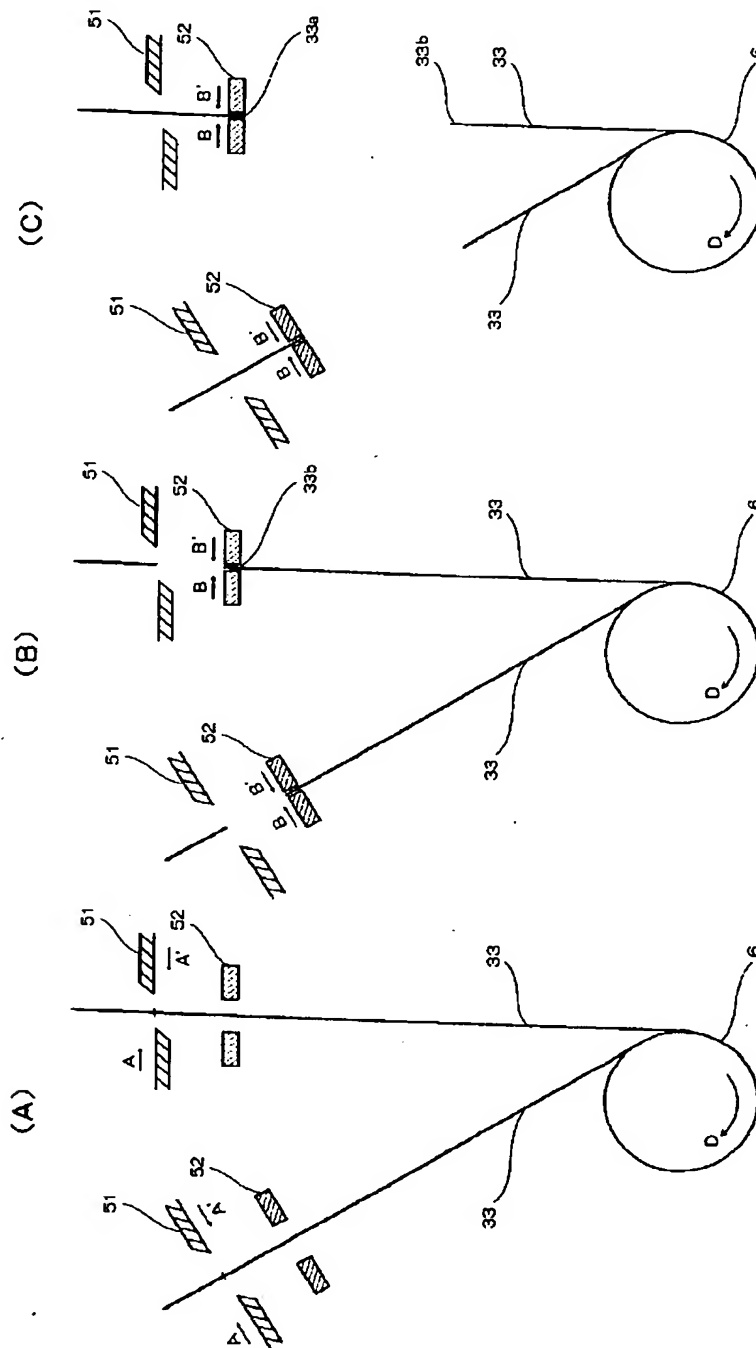
【図6】



【図4】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 小石川 佳正  
東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号  
新神戸電機株式会社内

(72)発明者 弘中 健介  
東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号  
新神戸電機株式会社内

F ターム(参考) 5H021 AA06 CC17 EE04 HH10  
5H022 AA09 BB12 CC05 EE04 KK03  
5H028 AA01 AA08 BB05 BB08 CC13  
CC21 EE04 EE06 HH00  
5H029 AJ02 AJ03 AJ12 AK03 AL06  
AL07 AM02 AM03 AM04 AM05  
AM07 BJ14 CJ04 CJ05 CJ07  
DJ04 DJ15 EJ06 EJ12 HJ00  
HJ12  
5H050 AA15 BA17 CA08 CB07 DA19  
EA23 FA05 GA07 GA09 HA00  
HA12